

# Reordenamento da Indústria Extractiva: Proposta para o núcleo de Pardais, Anticlinal de Estremoz.

**Patrícia Falé<sup>(\*)</sup>, Paulo Henriques<sup>(\*)</sup>, Carla Midões<sup>(\*\*)</sup>, Judite Fernandes<sup>(\*\*)</sup>  
& Jorge Carvalho<sup>(\*)</sup>**

## Resumo

O presente estudo pretende contribuir para o planeamento e reordenamento do território, numa das unidades de ordenamento do anticlinal de Estremoz-Borba-Vila Viçosa, o núcleo de Pardais – UNOR 5, envolvendo a indústria extractiva dos mármore. Foi estudado o conjunto de descritores geológicos e ambientais que melhor caracterizam o espaço analisado. Toda a informação obtida foi cruzada num SIG, de modo a definir áreas favoráveis ou desfavoráveis à exploração, tendo em atenção os condicionalismos encontrados.

Palavras-chave: Anticlinal de Estremoz-Borba-Vila Viçosa, Mármore, Descritores Geológicos e Ambientais, Planeamento, Reordenamento.

## Abstract

The present study is a contribution to the land-use planning and re-planning of one of the planning units in the Estremoz-Borba-Vila Viçosa anticline, namely the Pardais nucleus (UNOR 5), which involves the marble extraction industry. The geological and environmental indicators, that typify the study area are characterized. All data gathered was introduced in GIS in order to define favourable, or not, areas for extraction taking into account the constraints found.

*Key-words: Estremoz-Borba-Vila Viçosa Anticline; Marble, Geological and Environmental Indicators, Planning, Re-planning*

---

## 1. Introdução

O ordenamento do território é um processo fundamental nas políticas orientadas para o Desenvolvimento Sustentável em que se procura uma boa integração dos três pilares que sustentam este conceito: desenvolvimento económico, desenvolvimento social e protecção ambiental. Neste contexto, a indústria extractiva contribui para o desenvolvimento económico e social mas é um factor de inegável impacto ambiental, pelo que nela deverão ser promovidos os valores da protecção ambiental. Assim, a compatibilização entre a actividade extractiva e a protecção ambiental deverá constituir meta essencial das políticas administrativas, uma vez que embora interferindo na qualidade do meio físico e ecológico circundante, esta actividade é fundamental pois coloca à disposição da sociedade os recursos necessários ao seu desenvolvimento e manutenção da qualidade de vida. As unidades extractivas estão localizadas onde existe o recurso, não sendo possível eliminar os factores de

---

(\*) – Departamento de Geologia Económica, Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação, Apartado 7586; 2721-866 Alfragide – [patricia.fale@ineti.pt](mailto:patricia.fale@ineti.pt); [paulo.henriques@ineti.pt](mailto:paulo.henriques@ineti.pt); [jorge.carvalho@ineti.pt](mailto:jorge.carvalho@ineti.pt)

(\*\*) – Departamento de Hidrogeologia, Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação, Apartado 7586; 2721-866 Alfragide [carla.midoes@ineti.pt](mailto:carla.midoes@ineti.pt); [judite.fernandes@ineti.pt](mailto:judite.fernandes@ineti.pt)

degradação biofísica na fonte, quando muito será possível minimizar os conflitos originados por esta actividade ao longo da sua vida útil. Sendo natural que esses conflitos ocorram, face aos interesses entre os promotores e as comunidades vizinhas, pode no entanto esta convivência ser bem tolerada. Para tal será necessário recorrer a um amplo planeamento, onde a exigência primordial deverá ser a manutenção das funções biofísicas existentes para toda a área e não apenas a tentativa, desesperada, por vezes infrutífera, de que o espaço se volte a assemelhar à paisagem anterior.

O PROZOM - Plano Regional de Ordenamento do Território da Zona dos Mármore, constitui um instrumento legal que nos últimos anos tem servido de suporte às políticas de ordenamento do território na chamada Zona dos Mármore do Anticlinal de Estremoz. Neste instrumento de âmbito regional, estão definidas 5 Unidades de Ordenamento (UNOR) dedicadas à extracção de mármore ornamentais e para as quais se preconiza a realização de estudos com vista à elaboração dos respectivos planos de ordenamento de pormenor. O presente trabalho dá conta resumidamente dos estudos de índole geológica e ambiental realizados na área da UNOR 5 – Pardais, que se situa no concelho de Vila Viçosa, uma das zonas mais relevantes em termos de produção industrial. Esses estudos constituem parte de relatórios do INETI – Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação (VINTÉM *et al.*, 2003; HENRIQUES *et al.*, 2006), no qual são também apresentadas as metodologias utilizadas para a aplicação do conhecimento geológico e ambiental adquirido no Anticlinal de Estremoz.

Os principais objectivos deste trabalho são a recolha de dados de natureza geológica e ambiental e o estabelecimento de ferramentas metodológicas capazes de sustentar o ordenamento do espaço territorial afecto à UNOR 5. Surgem no seguimento de estudos idênticos anteriormente realizados para as UNOR 1, 2 e 3. A metodologia adoptada baseou-se na implementação de um modelo SIG para cruzamento e análise de todos os níveis de informação adquiridos, nomeadamente os de índole geológica e os de índole ambiental. Este modelo apresenta-se estruturado nas 3 etapas seguintes:

- Descritores geológicos e análise de risco geoeconómico,
- Descritores ambientais e análise de sensibilidades ambientais.
- Proposta para o reordenamento da UNOR 5.

## **2. Descritores Geológicos e Análise de Risco Geoeconómico**

Os estudos geológicos levados a cabo compreenderam trabalhos de cartografia lito-estrutural de pormenor, à escala 1/2000, execução de sondagens mecânicas de reconhecimento e levantamento sistemático de fracturas nas frentes de pedreira. Estes estudos estão descritos em HENRIQUES 2006. Os principais resultados alcançados prendem-se com:

- A delimitação e agrupamento por afinidade de natureza e cor dos diversos tipos de mármore.
- Maior rigor, do que até então alcançado, da estrutura geológica da área da UNOR 5, permitindo o enquadramento estrutural das explorações e portanto, inferir acerca dos melhores locais para implantação de novas pedreiras ou alargamento das existentes.
- A avaliação do estado de fracturação dos mármore, de modo a obter as direcções preferenciais ao desenvolvimento das explorações e a dimensão dos blocos.
- A avaliação da espessura máxima dos mármore, na ordem dos 250 m e de 8 milhões de metros cúbicos de recursos disponíveis, considerando um rendimento de 20%.
- A definição da zona axial de uma estrutura anticlinal maior como local privilegiado a eventuais explorações em subterrâneo.

O estudo geológico efectuado (Figura 1) permitiu uma análise do risco geoeconómico, a qual teve por principal objectivo definir áreas com potencialidade para a exploração das rochas ornamentais, em função da litologia, estrutura geológica e estado da fracturação. Esta análise possibilitou ainda, definir áreas vocacionadas para a implantação de escombadeiras ou unidades de transformação, pela ausência de recursos ou pelo seu baixo potencial para a exploração como rocha ornamental.

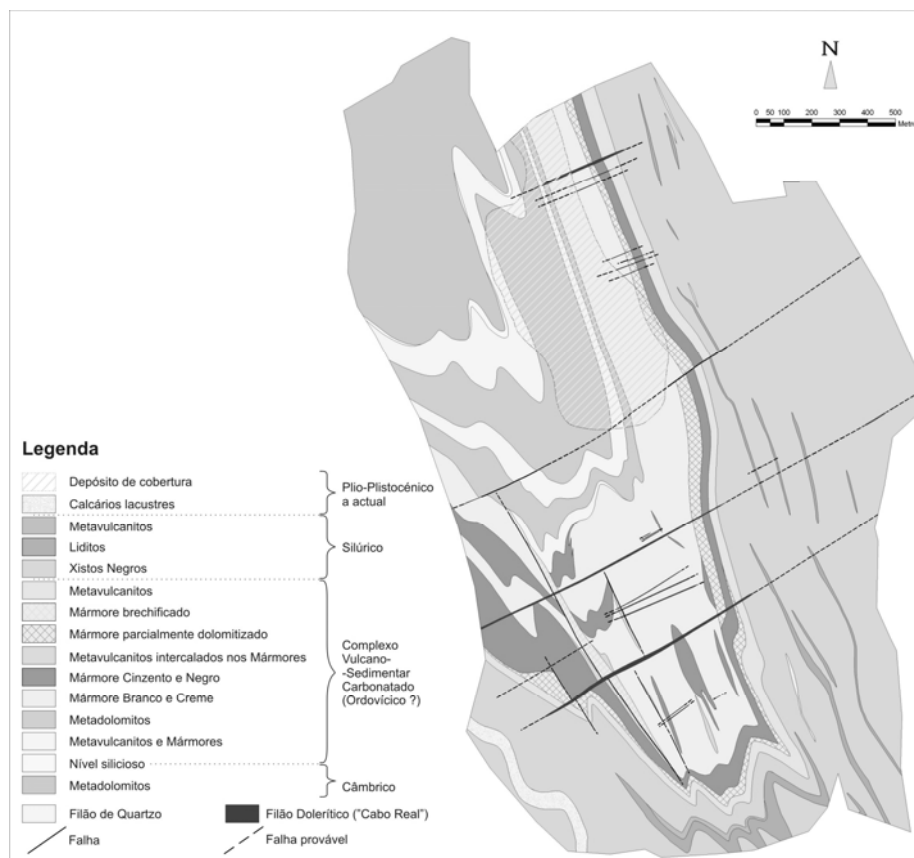


Fig.1: Carta Geológica da UNOR 5 – Pardais. Adaptado de HENRIQUES *et al.*, 2006.

A análise de risco efectuada não adopta os modelos probabilísticos (quantitativos) que geralmente estão associados a este tipo de conceito, sendo apenas feita uma análise da informação em termos qualitativos. Esta análise está relacionada com a natureza dos próprios dados que originam os descritores. A avaliação desses dados é, na sua origem, quase sempre de carácter interpretativo, não passível de quantificação. A metodologia adoptada para os descritores que melhor caracterizam e qualificam o recurso mármore é a apresentada na figura 2 e 3.

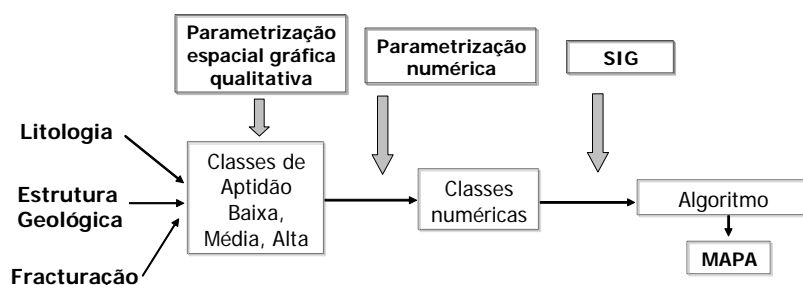


Fig.2: Metodologia utilizada na elaboração da carta de risco geoeconómico.

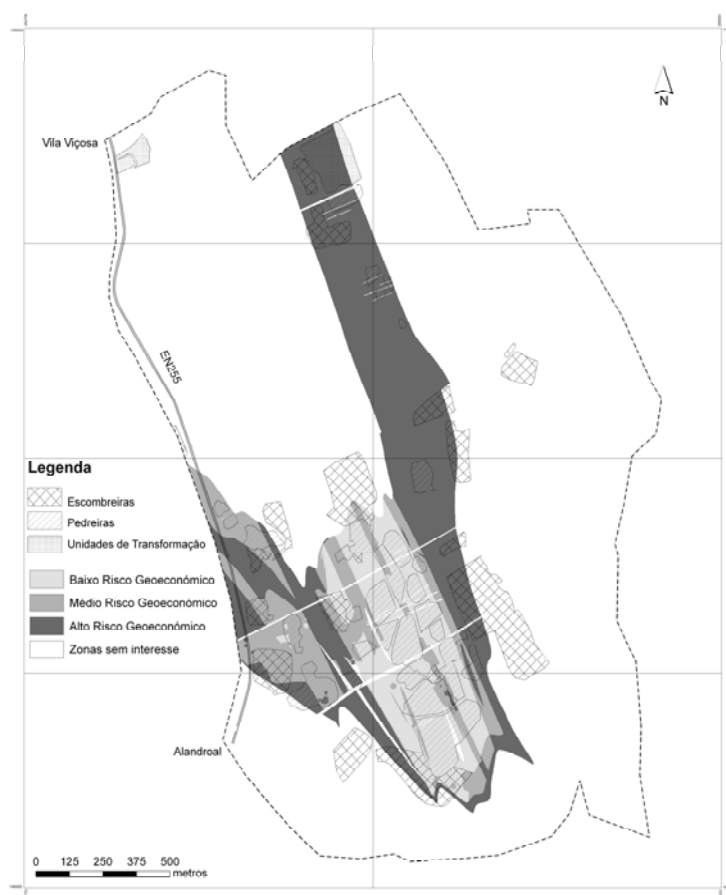


Fig. 3: Carta de risco geoeconómico UNOR 5 – Pardais.

### 3. Descritores Ambientais e Análise de Sensibilidade Ambiental para cada descritor

Na área de Pardais foi realizada uma análise de sensibilidades ambientais, a qual corresponde à caracterização da situação de referência dos vários descritores ambientais. No que diz respeito à análise de uma situação correspondente à extracção de rochas ornamentais, existe um determinado número de descritores cujo conhecimento se revela de fundamental importância, no sentido de conhecer os eventuais efeitos (adversos ou benéficos) que essa actividade extractiva sobre eles pode exercer. Deste modo, segundo critérios de significância em relação à indústria em causa, foram considerados os seguintes descritores: Hidrogeologia (Hg); Biótopos (B); Declives (D); Capacidade de uso do solo (CU); Hidrografia (H); Paisagem (P); Ambiente sonoro (Ruído) e Qualidade do Ar (Poeiras). Para estes dois últimos descritores não se elaboraram cartas de sensibilidade ambiental uma vez que a metodologia utilizada no seu levantamento não permitiu criar mapas de zonamento.

### 3.1 Descritor Hidrogeologia

O Anticlinal de Estremoz, para além de uma das mais importantes jazidas de rocha ornamental, enquadra também um importante sistema cársico, o Sistema Aquífero Estremoz-Cano (A4)\*. Este sistema dado o seu interesse hidrogeológico e importância sócio-económica para a região, tem sido objecto de inúmeros estudos e teses nos últimos 20 anos. Exemplos disso têm sido os trabalhos de investigação realizados por CARLOS CUPETO (1991; 2003), CARLA MIDÕES (1999) e os estudos desenvolvidos no Projecto Estudo dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Alentejo (ERHSA) concluído em 2000.

Tendo em conta o interesse e relevância dos recursos hídricos subterrâneos do A4 para o abastecimento público e agro-industrial da região, o descritor Hidrogeologia foi alvo de estudo mais detalhado no conjunto dos descritores ambientais. O estudo associado a este descritor teve como objectivo caracterizar a situação de referência na UNOR 5 em termos da hidrodinâmica e hidroquímica, determinar o grau de vulnerabilidade hidrogeológica associada às formações presentes e avaliar o grau de sensibilidade relativamente à indústria extractiva.

#### 3.1.1 Caracterização hidrodinâmica

A caracterização hidrogeológica da UNOR 5 compreendeu a aplicação de várias técnicas e metodologias. Nas sondagens efectuadas foram realizados ensaios de bombagem com ar comprimido (*Air-Lift*), tendo-se estimado os valores de transmissividade do aquífero nos diferentes troços ensaiados. Os dados obtidos vêm corroborar a elevada heterogeneidade deste sistema do ponto de vista hidráulico, verificando-se maior intensidade de fracturação (permeabilidade) nas primeiras dezenas de metros. A grande discrepância nos valores de transmissividade (T) obtidos nos furos ensaiados neste trabalho ( $0.2 < T < 66 \text{ m}^2/\text{dia}$ ) e em trabalhos anteriores (no caso do ERHSA:  $0,5 < T < 3000 \text{ m}^2/\text{dia}$ ), com predominância dos valores mais baixos junto das áreas de extracção de mármore, sugere que o funcionamento hidráulico na metade SE do Anticlinal é fortemente sectorizado por blocos mais ou menos independentes entre si (MIDÕES, 1999).

Neste estudo procedeu-se ainda à medição do nível piezométrico (NP), que constitui uma variável muito importante para o conhecimento do comportamento hidráulico subterrâneo. A partir da determinação do NP foi possível tirar algumas ilações quanto ao sentido de fluxo, gradiente hidráulico, áreas de recarga e descarga e assim identificar as áreas mais vulneráveis à poluição. Na figura 4 estão localizados os pontos de água utilizados para a caracterização piezométrica.

---

(\*) – Codificação do INAG (A- corresponde a aquífero do Maciço Antigo e o 4 ao número de inventário).

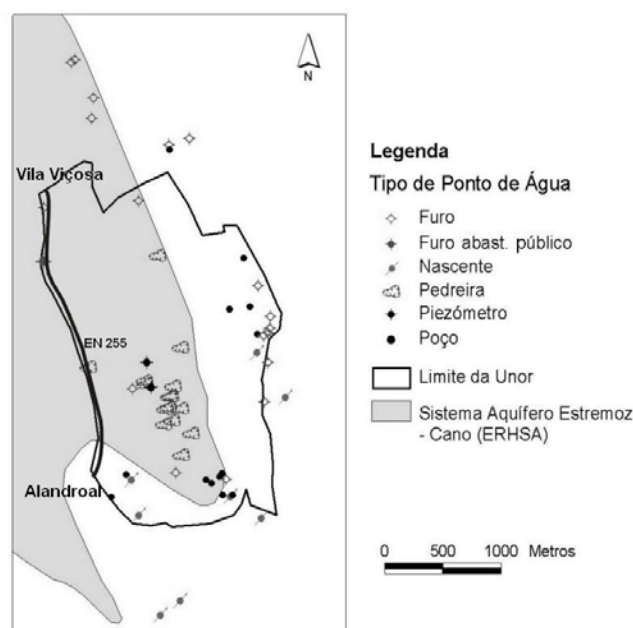


Fig 4: Localização de pontos de água considerados na UNOR 5 – Pardais.

Na área estudada, há que ter em conta a existência de variação piezométrica, provocada pela bombagem de água subterrânea de forma a permitir a exploração de rocha ornamental (MIDÕES, 1999). A figura 5 reflecte os resultados obtidos na UNOR 5, onde o sentido de escoamento subterrâneo se faz de NW para SE, ou seja, na direcção do bordo do flanco do anticlinal.

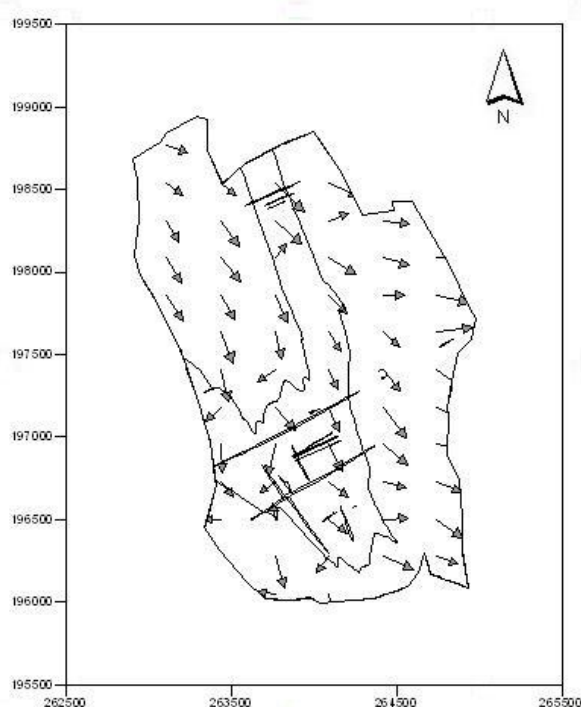


Fig 5: Sentidos de fluxo da água subterrânea na UNOR 5 - Pardais.  
Coordenadas M e P métricas.

### 3.1.2 Caracterização hidroquímica

A caracterização hidroquímica das águas subterrâneas captadas na UNOR 5 teve por base a realização de análises físico-químicas e microbiológicas. A projecção dos resultados no diagrama de Piper (Figura 6) e a elaboração de diagramas de Stiff (Figura 7), permitem observar que a água subterrânea apresenta uma fácies predominantemente bicarbonatada cálcica a calco-magnésiana, composição característica das formações carbonatadas do A4. Existem no entanto 3 pontos de água com uma composição química diferente onde predomina o ião sulfato, o que lhes confere uma fácies sulfatada cálcica. Estas águas, dada a sua localização, parecem estar associadas a uma situação de contaminação natural, ocasionada pela elevada concentração de diversos tipos de minério de cobre da mina “Miguel Vacas”.

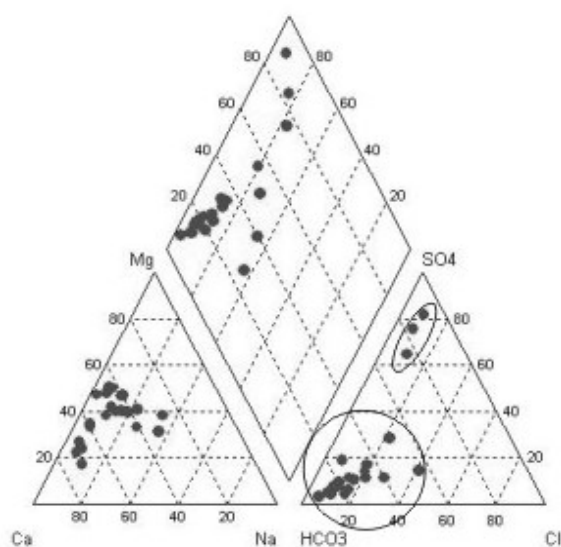


Fig 6: Diagrama de PIPER.

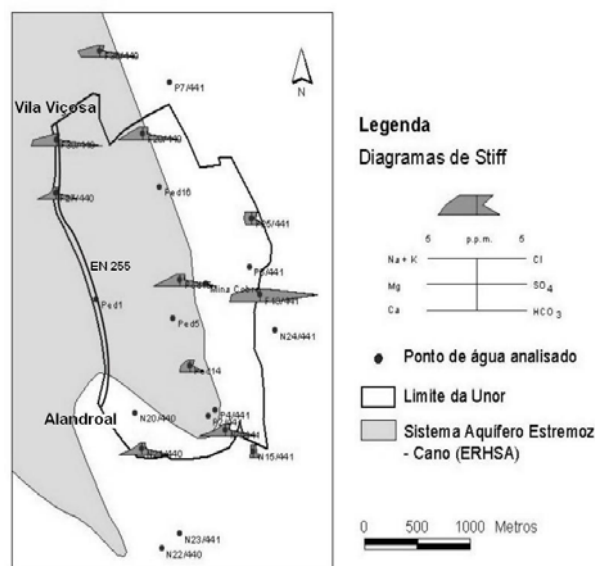


Fig 7: Localização dos pontos de água caracterizados hidroquimicamente e diagramas de Stiff na UNOR 5 - Pardais.

Na UNOR 5, a actividade extractiva acumulou um enorme passivo em termos ambientais, verificando-se a existência de inúmeras pedreiras abandonadas ou desactivadas, que necessitam de ser recuperadas devido aos riscos potenciais de contaminação que estas representam para os recursos hídricos subterrâneos. Esta situação torna-se preocupante no caso das pedreiras alagadas, que intersectaram o nível freático (Figura 8). Para avaliar a



qualidade da água nas pedreiras abandonadas, foram efectuadas análises físico-químicas e microbiológicas que permitiram fazer uma primeira avaliação dos elementos contaminantes existentes que condicionam a utilização desta água e/ou comprometem os recursos hídricos subterrâneos.



Fig 8: Aspecto de uma pedreira alagada na área da Pardais.

De acordo com o decreto-lei n.º 243/01, de 5 de Setembro, que assegura a qualidade da água para consumo humano, verifica-se que os resultados obtidos ultrapassam os valores paramétricos no que se refere aos parâmetros microbiológicos (germes totais para águas de consumo a 22°C e a 37°C, colifórmes totais, colifórmes e estreptococos fecais), sulfatos, cloretos e magnésio. Estas águas apresentam má qualidade em especial a nível microbiológico, relacionado possivelmente com acções antrópicas tais como a deposição de lixo, descargas de águas residuais, etc.

### **3.1.3 Vulnerabilidade Hidrogeológica**

A vulnerabilidade no caso dos sistemas aquíferos cársicos está intimamente relacionada com a permeabilidade das formações que os constituem e com a existência de solo de alteração sobrejacente. O A4 apresenta uma grande heterogeneidade espacial da permeabilidade, que é função do grau de fracturação e da actuação e desenvolvimento dos processos de dissolução bem como da existência e espessura de solo de alteração (“terra rossa”). No núcleo de extracção da UNOR 5, na zona dos mármore, o factor cobertura de alteração parece ser menos relevante na caracterização da permeabilidade do que o grau de fracturação, preenchimento de fracturas e rede filoneana. No entanto nas áreas limítrofes da UNOR em estudo a espessura do solo de alteração é mais significativa (dolomitos) podendo constituir

um factor de protecção e controle da progressão dos poluentes evitando que estes atinjam o aquífero. Nas áreas formadas pelas formações xistentas a espessura de solo de alteração e a natureza argilosa associada a este tipo de formações conduz a uma menor permeabilidade.

A partir do grau de permeabilidade das formações presentes na UNOR 5 foram criadas classes de vulnerabilidade hidrogeológica, que reflectem a maior ou menor potencialidade destas atenuarem uma eventual situação de contaminação (Figura 9). Desta forma, pretende-se dar indicações sobre os graus de vulnerabilidade hidrogeológica verificados na UNOR 5, contribuindo para um maior conhecimento das áreas e para a minimização dos riscos associados às actividades que aí se desenvolvem.

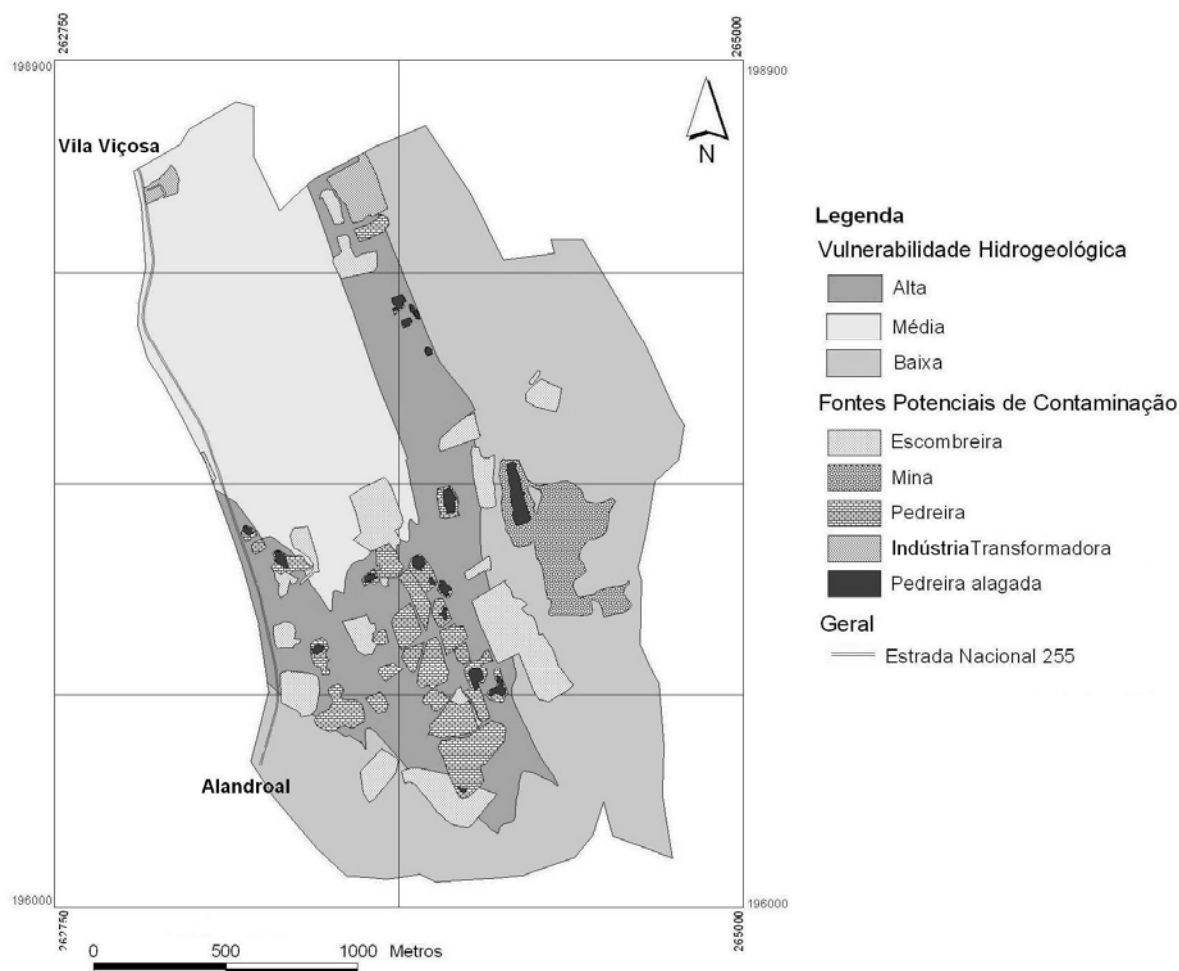


Fig 9: Carta de Vulnerabilidade Hidrogeológica da UNOR 5 - Pardais.

### 3.1.4 Sensibilidade Hidrogeológica

Após a caracterização geral do indicador ambiental Hidrogeologia, foi necessário avaliar a sensibilidade hidrogeológica relativamente aos impactos negativos a que estes recursos hidrogeológicos poderão estar sujeitos. A metodologia utilizada fundamentou-se na determinação da profundidade do nível piezométrico (NP) relativamente à superfície

topográfica, correspondendo as zonas de sensibilidade hidrogeológica mais elevada, aquelas cujo NP se apresenta mais próximo da superfície. Nesta avaliação foram utilizados os dados piezométricos relativos ao período de "águas altas", uma vez que se trata do período mais desfavorável, tanto para a actividade extractiva, implicando a bombagem intensa para rebaixar o nível freático e manter a seco as áreas de trabalho, como para a protecção dos recursos hídricos, que ficam neste período mais próximos da superfície. Os registos efectuados e o conhecimento empírico dos técnicos envolvidos permite realçar o facto de que, numa situação de ausência total de extracções de água nas pedreiras, o nível de água no interior destas subiria até á cota do nível regional. Com base nas observações registadas, consideraram-se três classes de sensibilidade hidrogeológica (Figura 10):

- Muito Alta - quando o nível piezométrico está acima da topografia, é o que se verifica em quase todas as áreas de pedreiras;
- Alta - quando o nível piezométrico coincide com a topografia ou se encontra até 60 metros abaixo desta;
- Média - quando o nível piezométrico está a uma profundidade superior a 60 metros abaixo da superfície topográfica.

Os limites considerados na definição dos intervalos de sensibilidade hidrogeológica foram seleccionados após a ponderação dos seguintes factores:

- Profundidade média atingida nas pedreiras;
- Profundidade máxima do nível de água nas leituras efectuadas;
- Diminuição do grau de fracturação com a profundidade.

Os afloramentos constituídos por xistos negros, liditos e metavulcanitos do Silúrico, foram considerados como tendo uma sensibilidade média, uma vez que correspondem a formações com menor produtividade relativamente às formações carbonatadas. A figura seguinte corresponde à representação cartográfica das classes de sensibilidade ambiental definidas para a UNOR 5.

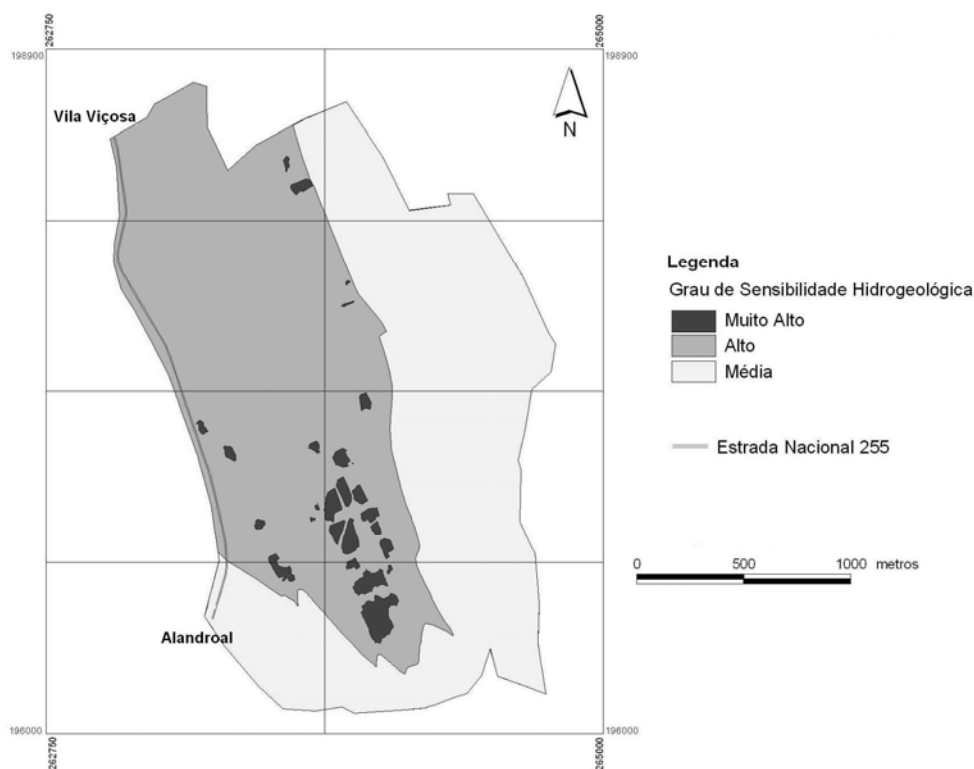


Fig 10: Carta de Sensibilidade Hidrogeológica da UNOR 5 - Pardais.

### 3.1.5 Análise dos resultados obtidos

A análise da Carta de Sensibilidade do descritor ambiental hidrogeologia (figura 10), permite verificar que as manchas que apresentam uma classe de sensibilidade MUITO ALTA coincidem quase sempre com as pedreiras que se encontram cheias de água, ou seja, as pedreiras alagadas, onde o meio subterrâneo está em contacto directo com o meio subaéreo. As zonas consideradas de MUITO ALTA sensibilidade ambiental constituem zonas onde já foi interceptado o nível piezométrico, sendo por isso zonas muito sensíveis devendo merecer especial atenção no que se refere ao manuseamento, transporte e utilização de substâncias perigosas. Encontram-se também, nesta situação, zonas muito localizadas, que coincidem com locais onde se verifica uma intensa actividade extractiva, onde o nível piezométrico está rebaixado devido a bombagens intensas para que não se verifique a inundação das pedreiras. A classe de sensibilidade ALTA é encontrada em quase toda a área da UNOR 5, uma vez que o nível piezométrico está quase sempre acima dos 60 metros de profundidade.

O processo de extracção de rocha ornamental na região não constitui, só por si, uma fonte de contaminação do aquífero (MIDÕES, C., 1999). Poderão existir, no entanto, alguns procedimentos que fazem parte da logística de manutenção (oficinas), de transporte e de

transformação da rocha extraída que poderão colocar em risco os recursos hídricos. Convém salientar que, a metodologia utilizada na elaboração desta carta apresenta um certo erro associado e incontornável e que a natureza do meio em questão, cársico e portanto fortemente heterogéneo, confere um elevado grau de incerteza às representações efectuadas.

### **3.2 Descritor Biótopos**

No que diz respeito às comunidades vegetais existentes verifica-se, logo à partida, a grande intervenção humana a que todo o espaço tem vindo a ser sujeito. De facto, a região de Pardais tem sofrido uma grande pressão humana traduzida inicialmente pelas campanhas agrícolas e, posteriormente, pela indústria extractiva e sectores associados. Como consequência, deu-se a degradação das condições naturais, através da eliminação das espécies de maior porte por arroteias sucessivas, desmatagens, etc. Na maior parte dos casos, a indústria extractiva veio ocupar solos anteriormente afectos ao olival, onde as comunidades “naturais” também já haviam sido substituídas. As comunidades actuais revelam-se, em termos botânicos, bastante pobres, quer no que diz respeito à diversidade, quer à “importância” das espécies que as integram (HENRIQUES, P., 2006)

As áreas afectas às explorações sobressaem da envolvente, pela degradação a que têm vindo a ser sujeitas em termos ecológicos, o que leva a que se possa afirmar que a diversidade faunística no local das explorações seja inferior à das áreas adjacentes, tanto mais levando em conta o vale da ribeira de Luceférit, ou até mesmo a Serra de Ossa. No entanto, deve considerar-se a capacidade do local afecto à exploração de mármore em criar diversas possibilidades de habitat para um grande número de espécies, cuja presença se acaba por verificar com alguma frequência, nomeadamente coelhos, répteis diversos, entre outros. A habituação destas espécies animais com os trabalhos que decorrem nas áreas de extracção levam a prever que, uma vez abandonada a exploração, e devidamente recuperada/integrada, se consiga estabelecer um equilíbrio ecológico, derivado de uma reabilitação dos biótopos, que irá valorizar toda a área através da sua requalificação em termos de diversidade faunística. A metodologia utilizada para a caracterização deste descritor passou por analisar todos os biótopos registados. Dada a escala a que se elabora o estudo analisou-se apenas o valor ecológico de cada biótopo em função da sua maturidade, naturalidade, diversidade e degradação pelo Homem.

### **3.3 Descritor Declives**

A importância da análise deste descritor prende-se com o facto de, a partir da carta de declives, se conhecer a susceptibilidade dos terrenos à erosão, ao deslizamento de terras, à construção e ainda ao uso dos solos para outros fins, condicionando a implantação de transformação primária, dos anexos de pedreira, entre outros. A base topográfica para a execução dos modelos foi o levantamento aerofotogramétrico da área em estudo à escala 1/2000 (HENRIQUES, P. 2006). Para a realização da carta de declives, foram excluídas as zonas das pedreiras e escombreyras, tendo-lhe sido atribuído um valor nulo, de forma a que a representação do terreno natural seja o mais próxima possível da realidade, sem a influência das modificações impressas pela actividade extractiva.

### **3.4 Descritor Capacidade de Uso dos Solos**

A Carta de Capacidade de Uso do Solo é uma interpretação da Carta dos Solos em que estes são agrupados de acordo com as suas potencialidades e limitações, isto é, de acordo com a sua capacidades para suportarem as culturas usuais que não necessitem de condições especiais, durante um período de tempo bastante longo e sem sofrerem deteriorações (Ministério da Economia., 1972). Os solos da região de Pardais distribuem-se, no que respeita à sua capacidade de uso, pelas classes B, C e E+D. Muitos destes solos já foram destruídos em favor de outras utilizações, como por exemplo a instalação de unidades extractivas e transformadoras de rochas ornamentais.

### **3.5 Descritor Hidrografia**

Este descritor foi analisado, tendo por base a classificação das águas superficiais de HORTON e STRAHLER (1964), a qual se baseou na ordenação das correntes de água, isto é na análise e numeração da estrutura da rede de drenagem. Na área de Pardais não foram identificadas linhas de água principais, verificando-se apenas a existência de linhas de água de carácter torrencial, variando os seus caudais em função dos valores de pluviosidade ocorrentes.

### **3.6 Descritor Paisagem**

O conceito Paisagem tem nos dias de hoje, um papel de destaque pois é considerado um elemento comparável com outros elementos biofísicos, a vegetação, o solo a fauna, etc. A paisagem pode, como outros elementos, necessitar de protecção e deve intervir na determinação da capacidade e fragilidade do território aquando da intervenção humana. Para o

estudo da paisagem, optou-se por analisar a visibilidade do núcleo produtor em estudo. A esta metodologia foi introduzido o pressuposto que quanto maior for a distância a partir da qual as alterações provocadas pela indústria extractiva (neste caso específico serão essencialmente as escombreyras) são visíveis, maior será o impacte daí derivado. Por outro lado, através da análise efectuada com base em combinações, foi possível determinar para cada ponto quais as distâncias de que é observado.

### 3.7 Discussão dos Resultados

Para os descritores ambientais mencionados foram elaboradas Cartas de Sensibilidade Ambiental à escala 1:15000, tendo sido definidas classes de sensibilidade ambiental, designadamente: Muito Alta, Alta, Média e Baixa sensibilidade. No quadro 1 apresenta-se de forma resumida essas classes de sensibilidade ambiental bem como os respectivos pesos atribuídos. Cruzou-se toda a informação relativa aos descritores Biótopos, Capacidade de Uso, Paisagem, Declives, Hidrografia e Hidrogeologia de acordo com a seguinte equação:

$$SA = \sum_{k=1}^n (f P_k) \quad (\text{eq. 1})$$

k = classes de sensibilidade ambiental (k = 1 a n) para cada descritor analisado.

n = nº de classes de sensibilidade ambiental consideradas.

f = factor de ponderação atribuído a cada descritor ambiental.

P<sub>k</sub> = peso atribuído a cada classe de sensibilidade ambiental para cada descritor.

SA = zonamento dos descritores analisados.

Ao descritor Capacidade de Uso, deu-se uma ponderação de metade do seu valor, uma vez que este descritor é qualificado tendo por base a carta de Capacidade de Uso do Solo, publicada pelo antigo Serviço de Reconhecimento e de Ordenamento Agrário, à escala 1:50000, com pouco detalhe e algo desajustada da realidade actual. Ao descritor Hidrogeologia foi dada uma ponderação de 5 pelas razões atrás mencionadas, sendo o descritor ambiental mais sensível a eventuais efeitos penalizantes causados pela actividade extractiva.

Quadro 1: Classificação qualitativa e quantitativa dos descritores ambientais.

CLASSE SENSIBILIDADE AMBIENTAL (SA)	Descritores Ambientais	SENSIBILIDADE AMBIENTAL		Pesos
	Hidrogeologia	Profundidade do NP(m)		
		<0	Muito Alta	4
		0-60	Alta	3
		>60	Média	2
	Capacidade de Uso do Solo	Classe		
		A	Alta	3
		B	Média	2
		C	Média	2
		D	Baixa	1
		E	Baixa	1
	Biótopos	Função Formação Ecótopos		
		16-20	Alta	3
		10-15	Média	2
		4-9	Baixa	1
		0	Sem significado	0
	Declive	Classes de Declive (º)		
		0-5	Baixa	1
		5-15	Média	2
		15-25	Média	2
		>25	Alta	3
		Áreas excluídas	Sem Significado	0
	Hidrografia	Drenagem Superficial		
		> 3ª ordem	Alta	3
		3ª ordem	Média	2
		1ª e 2ª ordem	Baixa	1
		Não existente	Sem significado	0
	Paisagem	Visibilidade		
		Visível até 2600 m	Alta	3
		Visível até 800 m	Média	2
Visível até 200 m		Baixa	1	
Não Visível		Sem significado	0	

A figura 11 resulta do cruzamento cumulativo (eq.1), num ambiente de SIG, da sensibilidade ambiental de cada descritor, definida para a unidade territorial.



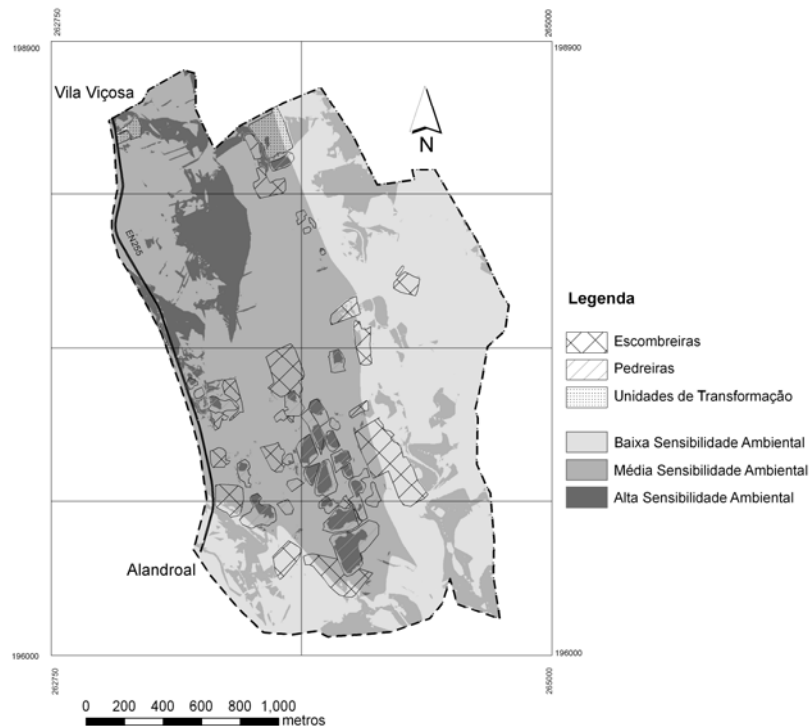


Fig 11: Carta Síntese de Sensibilidades Ambientais da UNOR 5 - Pardais.

Adaptado de HENRIQUES *et al.*, 2006

#### 4. Proposta para o Reordenamento da UNOR 5

O planeamento tem como objectivo a identificação da melhor solução de utilização do potencial de recursos disponíveis, de acordo com a sua aptidão, de forma a garantir um desenvolvimento futuro equilibrado e a resolução de problemas existentes. Desta forma, para a elaboração da Carta de Reordenamento a metodologia utilizada baseou-se no cruzamento dos descritores geológicos e ambientais suportada na matriz (figura 12) que de seguida se apresenta:

		Sensibilidade Ambiental		
		→		
		Baixo condicionalismo	Médio condicionalismo	Alto condicionalismo
RGE	-	Zonas favoráveis à exploração	b	a
		Zonas medianamente favoráveis à exploração	d	c
	+	Zonas desfavoráveis à exploração – zonas para recuperar	e	e
		Sem interesse para a exploração mas outros usos possíveis		Sem interesse f

Fig. 12: Matriz para a proposta de Reordenamento da UNOR 5 - Pardais.

Da análise desta matriz resultou o zonamento da Carta de Reordenamento, onde se definem áreas favoráveis ou desfavoráveis à exploração dos mármore e com condicionalismos ambientais:

- Zonas favoráveis à exploração mas com altos condicionalismos ambientais (letra “a” da matriz).
- Zonas favoráveis à exploração com condicionalismos ambientais (“b”).
- Zonas medianamente favoráveis à exploração mas com altos condicionalismos ambientais (“c”).
- Zonas medianamente favoráveis à exploração com condicionalismos ambientais (“d”).
- Zonas desfavoráveis à exploração e onde existirem pedreiras são passíveis de ser recuperadas (“e”).
- Zonas sem interesse para exploração – outros usos possíveis mas com condicionalismos ambientais (“f”).
- Zonas sem interesse para exploração – outros usos possíveis, baixos condicionalismos ambientais (“g”).

A Carta de Reordenamento (figura 13), construída com toda a informação respeitante aos locais com e sem aptidão para a exploração do recurso mármore e respectivos impactes ambientais, auxilia a tomada de decisão na abertura e expansão da actividade extractiva, bem como na localização dos melhores locais para outras actividades relacionadas com esta indústria. As zonas classificadas sem interesse para a exploração e com baixos

condicionalismos ambientais serão as áreas mais favoráveis à implantação de unidades de transformação, unidades de britagem e de deposição de escombros.

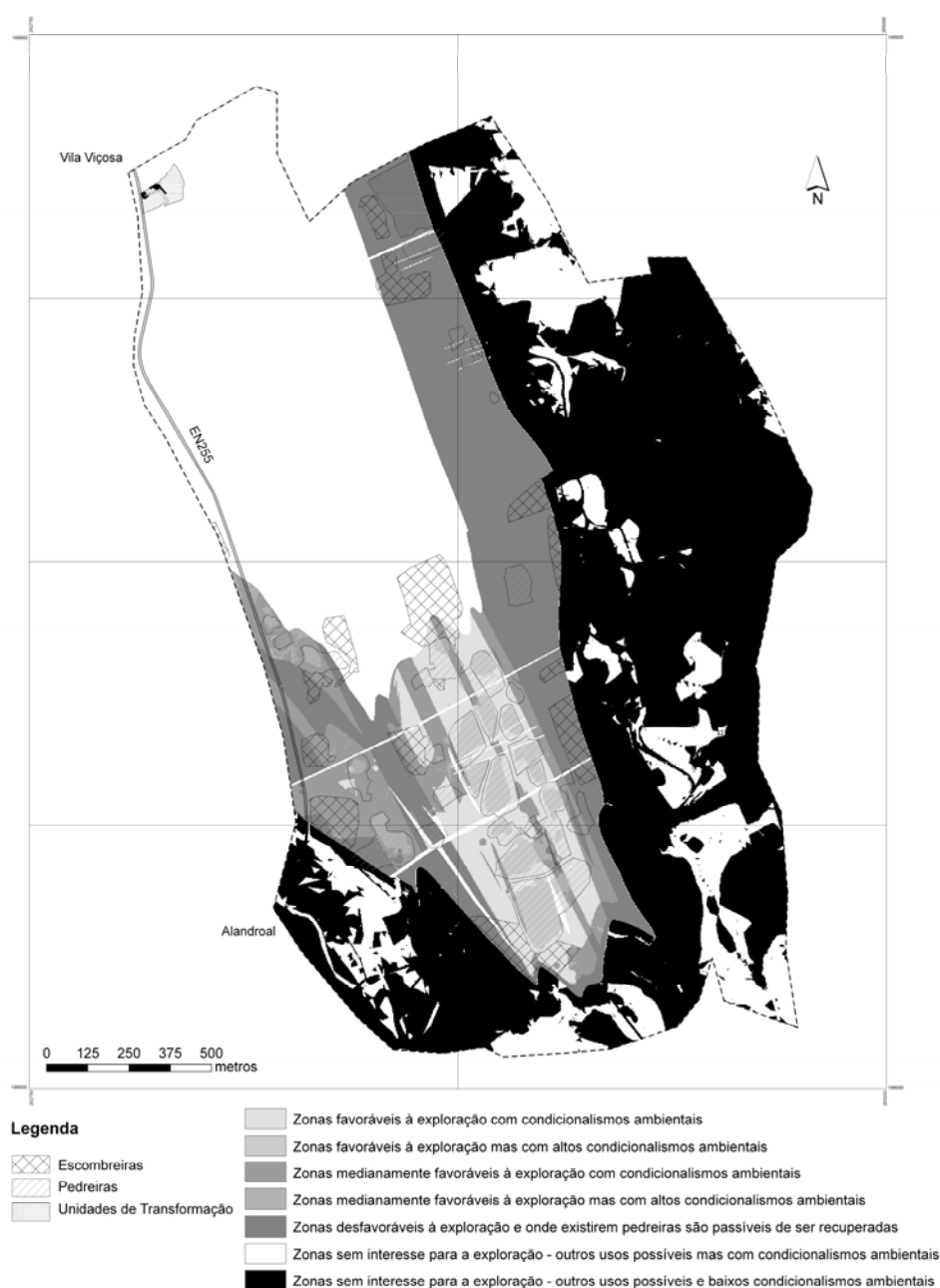


Fig 13: Carta de Proposta de Reordenamento da UNOR 5 - Pardais.

Adaptado de HENRIQUES P. *et al.*, 2006.

## **5. Considerações Finais**

A proposta de Reordenamento apresentada poderá ser uma base de partida, não só para aumentar a competitividade da indústria extractiva na concorrência ao uso do solo, como servir de suporte à promoção da importância das matérias-primas (recursos minerais) nos instrumentos de ordenamento do território. A consideração e integração de condicionantes geológicas e ambientais na proposta apresentada, para além das questões geoeconómicas e legais, leva a que se vejam contemplados critérios de sustentabilidade, a nível do ordenamento da indústria extractiva, pelo que os produtos finais resultantes, mais concretamente a Carta de Reordenamento e a Carta de Síntese das Sensibilidades Ambientais, constituem ferramentas indispensáveis ao planeamento desta indústria e actividades complementares na UNOR5.

Os trabalhos e resultados alcançados mostram que é possível e desejável a integração dos dados de natureza geológica nos processos de Ordenamento do Território, contribuindo assim para a salvaguarda dos recursos minerais.

## **6. Referências Bibliográficas**

COMISSÃO DE COORDENAÇÃO DA REGIÃO DO ALENTEJO, 2000 – Relatório sobre os Recursos Hídricos Subterrâneos do Alentejo (ERHSA).

CUPETO, C. (1991) – Contribuição para o conhecimento hidrogeológico do Maciço de Estremoz (Cano-Sousel). Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, para obtenção do grau de Mestre em Geologia Aplicada e do Ambiente. Lisboa. 180 pp.

CUPETO, C. (2003) – A água como factor de gestão planeamento e desenvolvimento integrado Sistema Aquífero estremoz-Cano (A4) Zona dos Mármore. Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, para obtenção do grau de Doutor em Geologia Aplicada e do Ambiente. Lisboa. 273 pp.

INAG (2001) – Plano Nacional da Água – Introdução, caracterização e diagnóstico da situação actual dos recursos hídricos, vol. 1.

MIDÕES, C. (1999) – Contribuição para o conhecimento hidrogeológico das formações carbonatadas paleozóicas do anticlinal de Estremoz. Dissertação apresentada à Faculdade de

Ciências da Universidade de Lisboa, para obtenção do grau de Mestre em Geologia Aplicada e do Ambiente. Lisboa. 155p.

MINISTÉRIO DA ECONOMIA – “Carta de Capacidade de Uso do Solo. Bases e Normas adoptadas na sua elaboração”. 6ª Edição. Junho de 1972.

HENRIQUES, P.; FALÉ, P.; MIDÕES, C.; FERNANDES, J.; LUÍS, G.; LOPES, S.; CARVALHO, J.; MARTINS, L.; SAÚDE, J.; BONITO, N.; AUGUSTO, J.; MACHUCO, A.; DORES, F.; ALMEIDA, I.; MARTINS, N. & VINTÉM, C. (2006) - Cartografia Temática do Anticlinal como Instrumento de Ordenamento do Território e Apoio à Indústria Extractiva: Vol. 1 - Fase A (Estudos Geol. e Hidrog), Vol. 2 - Fase B (Estratégia para o Planea. e Reorde. da Activ. Extract.) e Fase C (Zonas preferenciais para a abertura de uma exploração subterrânea) e Relatório Executivo. INETI (DPRMNM e DH) e Cevalor. Relatório para o AIZM - “Acção Integrada da Zona dos Mármore” (FEDER) do Eixo Prioritário 2 do PORA - Janeiro de 2006.

HENRIQUES, P.; CARVALHO, J.; FALÉ, P. & LUÍS, G. (2006) - Estudos geológicos aplicados à indústria extractiva de mármore no Anticlinal de Estremoz – o caso do núcleo de Pardais. **Comunicações Geológicas 2006, volume ??? (em publicação).**

VINTÉM, C., SOBREIRO, S., HENRIQUES, P., FALÉ, P., SAÚDE, J., LUÍS, G., MIDÕES, C., ANTUNES, C., BONITO, N., DILL, A.C. & CARVALHO, J. (2003) - Cartografia Temática do Anticlinal como Instrumento de Ordenamento do Território e Apoio à Indústria Extractiva. Relatório do Instituto Geológico e Mineiro e CEVALOR para “AIZM – Acção Integrada da Zona dos Mármore (FEDER), Eixo Prioritário 2 do PORA – Programa Operacional Regional do Alentejo 2000-2006”. Maio 2003.